

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 62-127143

(43)Date of publication of application : 09.06.1987

(51)Int.Cl.

B22D 11/04

(21)Application number : 60-267011

(71)Applicant : SUMITOMO METAL IND LTD

(22)Date of filing : 26.11.1985

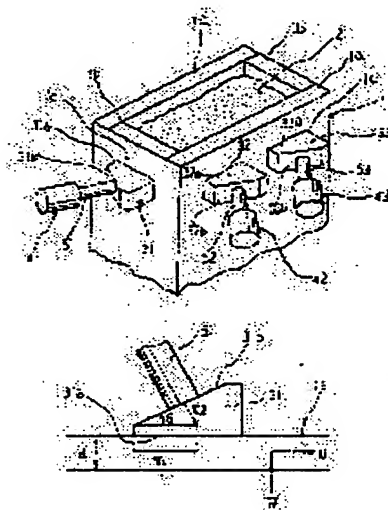
(72)Inventor : HATONO TETSUO  
KOBAYASHI SUMIO

## (54) ULTRASONIC VIBRATION CONTINUOUS CASTING MOLD

## (57)Abstract:

**PURPOSE:** To prevent a stick of molten metal to a mold wall by converting efficiently an ultrasonic vibration mode inflicted on the mold wall to a lamb wave antisymmetry mode and forming the mold wall to enlarge a vibration displacement in a thickness direction thereof.

**CONSTITUTION:** The mold body 1 consists of one pair of short side mold wall 1b and one pair of long side mold wall 1a. An ultrasonic vibrator fitting members 31, 32, 33..., which are the same material as the mold walls 1a, 1b, are fitted with some distance on the outside wall surface 1c against a meniscus point. The fitting members 31, etc., are formed by the same shape, that is, nearly wedge shape, and fit horns 51, 52, 53... perpendicularly on inclined surfaces 31b, 32b, 33b... thereof, respectively, and the ultrasonic vibrators 41, 42, 43... are fitted on each horn end. An inclination angle  $\theta$ , which is an angle of the fitting surfaces 31b, etc., for the vibrators 41, etc., to the mold walls 1b, etc., is to be as follows.  $\theta = \arcsine(V_l/V_L)$ ,  $V_l$ : propagated speed of ultrasonic longitudinal wave in the fitting member,  $V_L$ : propagated speed of lamb wave antisymmetry mode, propagated in the mold wall. In this way, the mold walls 1a, 1b are efficiently prevented from the stick of the molten metal.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭62-127143

⑬ Int.Cl.<sup>4</sup>  
B 22 D 11/04

識別記号  
3 1 5

庁内整理番号  
Z-6735-4E

⑭ 公開 昭和62年(1987)6月9日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 超音波振動連続鋳造鋳型

⑯ 特 願 昭60-267011

⑰ 出 願 昭60(1985)11月26日

⑱ 発 明 者 嶋 野 哲 男 尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社中央技術研究所内  
⑲ 発 明 者 小 林 純 夫 尼崎市西長洲本通1丁目3番地 住友金属工業株式会社中央技術研究所内  
⑳ 出 願 人 住友金属工業株式会社 大阪市東区北浜5丁目15番地  
㉑ 代 理 人 弁理士 河野 登夫

## 明 細 書

1. 発明の名称 超音波振動連続鋳造鋳型
2. 特許請求の範囲

1. その壁に超音波振動を付与する超音波振動子を備えた連続鋳造鋳型において、

壁材質又は超音波振動子と壁との間の伝播媒質にて定まる超音波縦波の伝播速度 $V_1$ と、超音波振動付与により壁内に生じる板波の非対称波モードの伝播速度 $V_L$ とから決定される下記角度 $\theta$ と実質的に等しい傾斜を有する超音波振動子取付面が壁に形成されていることを特徴とする超音波振動連続鋳造鋳型。

$$\theta = \arcsin(V_1 / V_L)$$

3. 発明の詳細な説明  
(産業上の利用分野)

本発明は、超音波振動が付与される連続鋳造鋳型(以下単に鋳型という)に関し、更に詳述すると、鋳型の壁にその肉厚方向と異なる方向から超音波振動を付与する構成としてあり、鋳型内に注入した溶融金属の鋳型壁への焼付きを防止する超

音波振動鋳型を提供するものである。

(従来技術)

連続鋳造においては、溶融金属が鋳型壁に焼付きを防止するために、鋳型を一定の振幅で振動させることが行われている。

鋳型を振動させる手段としては、鋳型自身が上下に運動する上下往復運動鋳型方式(オシレーション方式)、又は第5図(平面図)に示す如く鋳型壁1aの外側の面にそれと垂直な方向に設けたホーン5を介して超音波振動子4を取付けて鋳型壁1aの肉厚方向に超音波振動させる超音波振動方式がある。

斯かる超音波振動方式として、特開昭54-96431号、特開昭56-11155号、特開昭57-58954号、特開昭57-62842号、特開昭59-189040号、特開昭59-8941号等が開示されている。この方式は鋳型壁に前記の超音波振動を加え、溶融金属と鋳型壁との離反を促進し、溶融金属の鋳型壁への焼付きを防止するという機能を利用したものである。

(発明が解決しようとする問題点)

特開昭62-127143(2)

以上の機能は、超音波振動により熔融金属と接する鋳型壁部分をその肉厚方向に振動させ、熔融金属が鋳型壁の動きに追従できずに瞬間的に鋳型壁と熔融金属との間に空間ができることにより焼付きを防止するものと考えられる。そのためには、鋳型壁の肉厚方向の振動の変位が大きいたことが必要である。

本発明者等は鋳型壁の肉厚方向の振動の変位を大きくすべく鋭意検討を重ねた結果、その振動変位が一番大きいのは縦波。横波ではなく板波であり、板波のうちの非対称波モードであることを知見した。即ち、熔融金属と鋳型との間の摩擦抵抗の減少には鋳型の引抜き方向への振動と、引抜き方向に対して直角な方向への振動が寄与しており、このため板波の方が有利であり、また板波の対称波と非対称波とを比較すると、鋳型壁と垂直な方向の振動変位と、鋳型壁と平行な方向の振動変位の比率が非対称波の大きいことが確認されている。(問題点を解決するための手段)

本発明は斯かる知見に基づいてなされたもので

板波の非対称波モードを生ぜしめ、それにより鋳型壁の肉厚方向の振動変位を大きくして焼付きを防止する。

#### (実施例)

以下に本発明を図面に基づき説明する。第1図は本発明の実施例を示す斜視図であり、図中1は熔融金属が注入される鋳型本体を示す。鋳型本体1は対向する2枚の短辺側鋳型壁1b,1bを挟んで2枚の長辺側鋳型壁1a,1aが対設しており、各鋳型壁の熔融金属上表面縁部、つまりメニスカス部、と対向する外表面部分1cには鋳型壁と同材質の超音波振動子取付部材31,32,33, …が相互に適長離隔されて複数取付けられている(図には短辺側鋳型壁1bの取付部材31、長辺側鋳型壁1aの取付部材32,33が夫々現れている)。

取付部材31等は同一形状であって略楔状に形成されており、平面視が直角三角形形状の三角柱であって、直角部を除く他の2つの角の部分は欠落している。直角部を構成する2側面の一方の面31a, 32a, 33a …を鋳型壁に接着させてあり、直角部に

あり、鋳型壁に付与する超音波振動モードを効率よく板波の非対称波モードに変換して、鋳型壁の肉厚方向振動変位が大きく生ずるように鋳型壁を形成して超音波振動を付与し、熔融金属の鋳型壁への焼付きを防止する鋳型を提供することを目的とする。

本発明に斯かる超音波振動連続鋳造は、その壁に超音波振動を付与する超音波振動子を備えた連続鋳造鋳型において、壁材質又は超音波振動子と壁との間の伝播媒質にて定まる超音波縦波の伝播速度 $V_A$ と、超音波振動付与により壁内に生じる板波の非対称波モードの伝播速度 $V_L$ とから決定される下記角度 $\theta$ と実質的に等しい傾斜を有する超音波振動子取付面が壁に形成されていることを特徴とする。

$$\theta = \arcsin(V_A / V_L)$$

(作用)

本発明の超音波振動連続鋳造鋳型は、鋳型壁の肉厚方向と一致しない方向に超音波振動を付与するように超音波振動子を鋳型に取付け、効率よく

対向する傾斜面31b, 32b, 33b …にはその面に垂直にホーン51, 52, 53 …の一端が固設されており、その他端には超音波振動子41, 42, 43 …が取付けられている。

次に、本発明の重要な要素である板波の非対称波モードを鋳型壁に効率よく発生させるための条件について説明する。その条件は超音波振動を付与すべきメニスカス部の鋳型壁外表面に前記楔状の取付部材31等を設けることにより得られ、2つの面31a等と31b等とのなす角、つまり超音波振動子41等の取付面31bの鋳型壁に対する傾斜角 $\theta$ (第2図に示す)は、下記(1)式にて求まる値に定める。

$$\theta = \arcsin(V_A / V_L) \quad \dots (1)$$

但し、 $V_A$  : 取付部材中の超音波縦波の伝播速度(取付部材の材質にて定まる固有値)

$V_L$  : 鋳型壁中を伝播する板波非対称波モードの伝播速度

ところで、鋳型壁における板波の非対称波モ

特開昭62-127143(3)

Fの鋸型本体1の周方向変位Uと、その板波の鋸型壁肉厚方向変位Wとは夫々下記(2)、(3)式にて表わされる。

$$U = c \cdot ka \cdot d \cdot \sin(ka \cdot x - \omega \cdot t) \quad \dots (2)$$

$$W = c \cdot \cos(ka \cdot x - \omega \cdot t) \quad \dots (3)$$

但し、c：定数

ka：波数 ( $= 2\pi f / V_L$ )

d：鋸型壁の肉厚

x：U方向位置

t：時間

このため、目的とする鋸型壁振動変位の増大は、Wの最大値  $|W|_{\max}$  とUの最大値  $|U|_{\max}$  との比  $|W|_{\max} / |U|_{\max}$  を大きくすることにより可能であり、 $|W|_{\max} / |U|_{\max}$  は下記(4)式にて表わされる。

$$\begin{aligned} \frac{|W|_{\max}}{|U|_{\max}} &= \frac{1}{ka \cdot d} \\ &= \frac{V_L}{2\pi f \cdot d} \end{aligned}$$

上記  $V_L$  は、鋸型壁の材質のポアソン比を  $\nu$  とすると、下記(6)式にて表わされる。

$$\begin{aligned} \frac{\tan(\sqrt{1 - (V_t/V_L)^2} \cdot d)}{\tan(\sqrt{\nu - (V_t/V_L)^2} \cdot d)} \\ = \frac{(2(V_t/V_L)^2 - 1)^2}{4(V_t/V_L)^2 \cdot \sqrt{1 - (V_t/V_L)^2} \cdot \sqrt{\nu - (V_t/V_L)^2}} \end{aligned} \quad \dots (6)$$

したがって、 $V_L$  は(6)式より複数の解が得られる。つまり、これは第3図の  $A_0$ 、 $A_1$ 、 $A_2$  の線に示す如く  $\bar{d}$  の大きさにより鋸型壁中を多くの異なった伝播速度をもつ非対称波モードの板波が伝播することを示す。

そして、通常の鋸型壁はその材質が鋼であって  $\nu$  が0.37、 $V_t$  ( $= \sqrt{E / (2\rho(1+\nu))}$ ) が2270m/秒、 $d$  が50~100mmであり、また使用する超音波周波数  $f$  は15~25kHz が好ましく、このような条件により  $\bar{d}$  は1.0~3.46となり、第3図に実線の矢印にて示す  $\bar{d}$  範囲内にある非対称波モード  $A_0$ 、 $A_1$  が伝播することになる。そのう

$$\begin{aligned} &= \frac{V_L}{V_t} \cdot \frac{V_t}{2\pi f d} \\ &= \frac{V_L}{V_t} \cdot \frac{1}{2\bar{d}} \quad \dots (4) \end{aligned}$$

ここで  $\bar{d} = (2\pi f / V_t) \cdot (d/2) \quad \dots (5)$

但し、 $f$ ：超音波周波数

$V_t$ ：取付部材の超音波横波の伝播速度

(取付部材の材質にて定まる固有)

$\bar{d}$  が定数であるので (5) 式参照)、鋸型壁の肉厚方向の振動変位を大きくするには  $V_L / V_t$  を増大して  $|W|_{\max} / |U|_{\max}$  の大きな、即ち  $V_L / V_t$  の大きい板波非対称波モードを効率よく発生させる必要がある。

ところで、 $V_L / V_t$  と  $\bar{d}$  との間には第3図(線  $A_0$ 、 $A_1$ 、 $A_2$  は0次、1次、2次の非対称波モードが発生する条件、線  $S_0$ 、 $S_1$ 、 $S_2$  は0次、1次、2次の対称波モードが発生する条件を夫々示す。)に示す関係があり、この図より  $|W|_{\max} / |U|_{\max}$  を最大とする  $V_L$  をつぎのようにして決定する。

ち高  $V_L / V_t$  となる方のモード  $A_1$  を定め、定めたモード  $A_1$  で鋸型壁の条件(形状、材質)から定められる  $\bar{d}$ 、 $V_t$  を用いて鋸型壁中を伝播する非対称波モード  $A_1$  の伝播速度  $V_L$  が求められる。

また、上記  $V_t$  は取付部材の材質、つまり密度  $\rho$  及びヤング率  $E$  により決定され、下記(7)式にて求め得る。

$$V_t = \sqrt{E / \rho} \quad \dots (7)$$

従って、値が定まった  $V_t$  と  $V_L$  と前記(4)式により取付部材の2つの面31aと31bとのなす角、つまり傾斜角  $\theta$  を求め得、その傾斜角  $\theta$  の取付部材を本実施例の如く方向を定めて鋸型壁の外表面に配設することにより、従来の場合よりも超音波振動の鋸型壁での反射率が小さくなり、また、板波の非対称波モードを鋸型壁のメニスカス部に対向する部分に集中させ得ると共に振動変位を効率よく増大できる。

次に、その振動変位の増大について従来例との比較により説明する。

特開昭52-127143(4)

内寸法：150 × 300 mm、肉厚：80 mmの鋳型壁のメニスカス部に対向する外表面部分に、楔状の取付け部材を間隔256 mmで6個設け、出力が400 Wの超音波振動子を取付け部材に取付けて、鋳型壁を超音波振動させた。この結果、鋳型壁の肉厚方向での振動変位を3~20  $\mu$ mとすることが可能となり、従来の鋳型壁肉厚方向から超音波振動を付与する場合（第5図参照）の1~10  $\mu$ mよりも大幅に向上できた。

これにより、本発明による場合は溶融金属の鋳型壁への焼付きを有効に防止できる。

なお、上記実施例では楔状の取付け部材を鋳型壁と同一の材質としているが、本発明はこれに限らない。

また、本発明は取付け部材を一体的に設けた鋳型壁としてもよいことは勿論である。

更に、上記実施例では鋳型壁に楔状の取付け部材を取付けて超音波振動子取付面を形成しているが、本発明はこれに限らず第4図に示すように鋳型壁1b（又は1a）に対して角度 $\theta$ で傾斜した超音波振

動子取付面を有する窪み6を形成し、その取付面に超音波振動子51（又は52、53…）を取付けても同様に実施できる。

（効果）

以上詳述した如く、本発明は鋳型壁に楔状の超音波振動子取付面を形成してその取付面に超音波振動子を取付けるので、鋳型壁内で板波の非対称波モードを効率よく発生でき、鋳型壁をその肉厚方向に大きい変位量で振動させ得、このため鋳型内に注入した溶融金属の鋳型壁への焼付きを有効に防止でき、安定した連続鋳造機を可能とする等優れた効果を奏する。

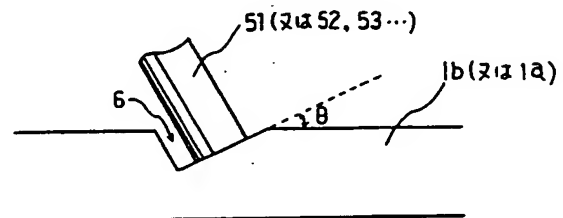
#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例を示す斜視図、第2図は本発明の鋳型壁振動内容の説明図、第3図は非対称波板波生成についての $\overline{u}$ と $V_L/V_I$ との関係を示すグラフ、第4図は本発明の他の実施例を示す模式図、第5図は従来技術の内容説明図である。

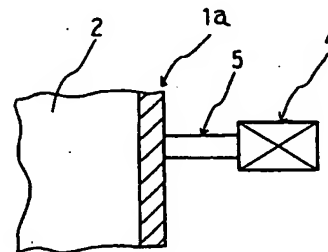
1…鋳型本体 1a, 1b…鋳型壁 31, 32, 33

…取付け部材 41, 42, 43…超音波振動子 6…窪み

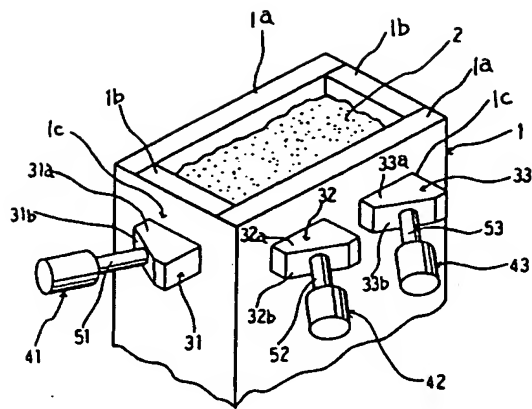
特許出願人 住友金属工業株式会社  
代理人 弁理士 河野 登夫



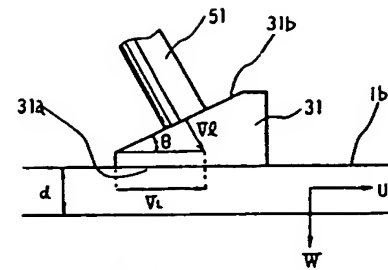
第4図



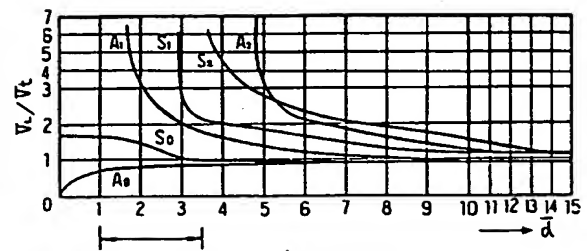
第5図



第 1 図



第 2 図



第 3 図